Aus den seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie an der Universität Berlin.

Leitung: Professor Dr. Adolf Bickel.

Die Wirkung des Hirseeiweißes auf die Lage der Harnquotienten C : N und Vacat — O : N.

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der

Medizinischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Harald Holdheim

aus Berlin.

Tag der Promotion: 14. Juli 1937

Druck: Citographia, Berlin SW19

M 323

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535713_0131

An wie verschiedenen Orten der Erde auch der Mensch zum Anbau von Getreide gelangte, immer waren es dieselben samentragenden Grasfrüchte, die er sich nutzbar machte und auch zur Brotbereitung verwertete. Gerste und Weizen, darunter vor allem die als Emmer bezeichnete Weizenart, außerdem die Hirse treffen wir unter den ersten Feldfrüchten an, die das Menschengeschlecht planmäßig erzeugte. Das gilt ebensowohl für die Urgeschichte der Babylonier, Assyrer, Ägypter, der Griechen und Römer wie für die Völker Ostasiens, der Eingeborenenstämme Australiens und der Negervölker Afrikas. Das Gleiche gilt aber zunächst auch für die Germanen und die benachbarten Nordländer. Bei den Germanen gesellte sich in der jüngeren Bronzezeit der Hafer hinzu, erst in der Eisenzeit trat der Roggen auf, der wahrscheinlich damals aus Südrußland von Osten und Norden her den mitteleuropäischen Raum erreichte.

Aus diesem kurzen Überblick über die von der primitiven Menschheit in ihrer Frühgeschichte angebauten Feldfrüchte geht hervor, daß, abgesehen von den Getreidearten im engeren Sinne, wie Gerste, Wei-

zen, Hafer und Roggen immer auch die Hirse eine Rolle spielte. Da unter den verschiedensten Klimaten und an den verschiedensten Orten der Erde der Mensch zumindest immer auf die Gerste, den Weizen und die Hirse zurückgriff und sie wohl auch sämtlich zur Brotbereitung benutzte, lag die Frage nahe, ob gewisse Sondereigenschaften dieser drei Feldfrüchte, bezüglich ihrer ernährungsphysiologischen Wirkung dafür bestimmend gewesen sind, daß der Mensch sich ihrer überall auf der Erde instinktiv bei der Ernährung bediente. Wir wissen zwar nicht, wie tief in die prähistorische Zeit die Kunst der Brotbereitung hineinragt, aber wir dürfen annehmen, daß mit dem Anbau der genannten Feldfrüchte auch die Brotbereitung alsbald begann. Wenn aber schon einmal der Mensch zur Herstellung des Brotes auf dem Weg über die Herstellung des Mehles gelangte, dann war dieses Mehl auch sicher ein Vollkornmehl, da für die Annahme von den Effekt differenzierenden Sonderbeiten im mahltechnischen Verfahren in jener Zeit nicht die geringsten Anhaltspunkte vorliegen. Das gilt für das Gerstenmehl ebenso wie für das Weizenmehl.

Wenn man also eine vergleichende Untersuchung in der ernährungsphysiologischen Wirkung der unterschiedlichen Getreidearten, die zuerst von der Menschheit angebaut wurden, vornehmen will,

dann muß man schon Mehle untereinander vergleichen, bei denen die Ausmahlung des Kornes eine vollständige war.

In dem letzten Jahre wurden nun im hiesigen Laboratorium vergleichende Untersuchungen gemacht über den ernährungsphysiologischen Wert der unterschiedlichen zur Brotbereitung benutzten Mehle in bezug auf eine bestimmte Richtung. Es lag daher nahe, auch die Hirse in den Kreis dieser Untersuchungen mit einzubeziehen, weil die Hirse unter den Feldfrüchten in der menschlichen Vergangenheit eine wichtige Rolle spielt.

Die vergleichenden Mehlstudien, auf die ich eben hinwies, hatten zum Gegenstand die biologische Auswertung der in dem Mehl vorhandenen Eiweißkörper im Hinblick auf ihre Wirkungen im Zwischenstoffwechsel, und zwar im Betriebsstoffwechsel. Bei diesen Untersuchungen hatte eine Untersuchung von Stoevesandt[1]) ergeben, daß das bei 100%iger Ausmahlung des Weizenkorns erhaltene Weizenvollkornmehl, wenn es das alleinige Eiweiß in einer gemischten und in jeder Hinsicht vollständigen Nahrung ist, eine Oxydationslage unterhält, wie sie unter analogen Versuchsbedingungen vom Casein unterhalten wird, wenn dieses das Nahrungseiweiß darstellt.

Mir fiel nun die Aufgabe zu, in analoger Weise das Hirseeiweiß zu untersuchen unter Verfütterung der ganzen Hirse. Ich nehme das Versuchsergebnis hier vorweg: Bei zwei Versuchen an je einer Gruppe von 10 weißen, männlichen Ratten, bei denen die Tiere der ersten Gruppe andere waren, als die Tiere der zweiten Gruppe, ergab sich, daß die Lage der Harnquotienten C : N und Vacat-O : N in den Periodenmittelwerten fast identisch ist, einerlei, ob unter im übrigen annähernd denselben Versuchsbedingungen Casein oder das Eiweiß der Hirse Träger des Nahrungsstickstoffs in N-aequimolecularer Menge ist. Bei all diesen Versuchen wird, wie es auch bei den sogenannten Wachstumsversuchen üblich ist, der Stickstoffgehalt der Nahrung mit ihrem Eiweißgehalt identifiziert, d. h. N mal 6,25 = Eiweißgehalt der betreffenden Nahrung.

Insofern man aus der Lage der Harnquotienten ceteris paribus Rückschlüsse auf die Wirkung eines Eiweißes auf den Betriebsstoffwechsel*) ziehen kann, läßt sich also sagen, daß in dieser Hinsicht

---

*) Anmerkung: Daß die mit der neuen Bickelschen Untersuchungsmethodik zur Darstellung gebrachten Stoffwechselvorgänge sich primo loco auf den Betriebsstoffwechsel beziehen, ist so häufig in Arbeiten aus dem hiesigen Laboratorium motiviert worden, daß es sich erübrigt, hier erneut alle Gründe dafür anzugeben.

das Eiweiß des gesamten Hirsekornes sich analog dem Eiweiß des gesamten Weizenkorns verhält.

Von Mc. Collum und seinen Mitarbeitern[2]), wie auch von Steenbock[3]), Sell und Jones ist die Bedeutung der Hirse als Nahrungseiweißträger für das Wachstum, also für den Baustoffwechsel vielfach untersucht worden. Diese Arbeiten aber stammen im Wesentlichen aus der Zeit, in der man beim Studium der das Wachstum unterhaltenden Wirkung eines eiweißhaltigen Nahrungsmittels versuchstechnisch noch nicht mit aller Strenge den Eiweißwert von dem natürlichen Vitaminwert des betreffenden Nahrungsmittels trennte. So liegt der Nachdruck gerade bei den Untersuchungen des Einflusses der Hirse auf das Wachstum auf dem Studium des Vitamingehaltes der Hirse, indem der fettlösliche A-Vitaminkomplex bestimmt wird, der von dem einen höher, von den anderen geringer angegeben wird. Wenn aber Mc. Collum[4]) im Jahre 1921 Versuche der Art mitteilte, daß bei einer Nahrung, in der die Hirse allein der Eiweißträger ist, das Wachstum bei Ratten schlecht vonstatten geht, während ein Zusatz von Casein das Wachstum der Tiere wesentlich verbessert, dann kann dieses Versuchsergebnis nur in dem Sinne gedeutet werden, daß das Hirseeiweiß für das Wachstum wenig geeignet ist. Diese Eigenschaft teilt nun das Hirseeiweiß

mit dem Klebereiweiß des Weizens. Bei dem Weizenvollkornmehl aber liegen die Verhältnisse nicht ganz so ungünstig, weil das Kleieeiweiß einen etwas höheren Wert für das Wachstum hat. Es ist also immerhin merkwürdig, daß die beiden Feldfrüchte, die in der Frühgeschichte der Ernährung der Menschheit eine so große Rolle spielen, hinsichtlich der biologischen Wirkung ihres Eiweißes auf den Baustoffwechsel wenig günstig für die Ernährung waren, während sie sich in bezug auf ihre Wirkung auf die Durchoxydierung des ganzen Materials im Zwischenstoffwechsel, genauer gesagt im Betriebsstoffwechsel, wie meine Untersuchungen an der Hirse im Zusammenhang mit den Untersuchungen von Stoevesandt mit dem Weizenvollkornmehl es zeigen, als sehr günstig erweisen. Man kann also sagen, daß diese menschliche Urnahrung in bezug auf die energetische Ausnützung des Materials im Zwischenstoffwechsel optimal, in bezug auf die Förderung des Wachstums aber durchaus unzulänglich war. Aus dieser letzteren Feststellung aber ergibt sich, daß in jenen ältesten Zeiten der Mensch auch noch Eiweiß genossen haben muß, das in bezug auf die Wirkung des Baustoffwechsels Hirse und Weizenmehl ergänzt hat.

Experimenteller Teil.

Die Versuche wurden an zwei verschiedenen Gruppen von je 10 weißen, männlichen Ratten mit einem Durchschnittsgewicht von 190 bzw. 250 g angestellt. Im 24stündigen Sammelharn der Tiere wurden täglich N nach der Halbmikromethode von Kjeldahl, C nach der Mikromethode von Nicloux-Osuka[5]), Vacat-O nach der Mikromethode von Müller-Kanitz[6]) und Chlor nach der Methode von Mohr bestimmt. Der Kot wurde periodenweise gesammelt, bei 100 Grad C getrocknet und dann der Stickstoffgehalt ermittelt. Die Versuche zerfielen in einzelne Perioden von je 7tägiger Dauer. An den zwei ersten Tagen jeder Periode wurde bereits das für die betreffende Periode zuständige Futter an die Tiere verfüttert, damit sich die Stoffwechsellage auf die neuen Bedingungen einstellen konnte. An den letzten 5 Tagen wurden dann die Analysen im Harn ausgeführt. Die für die einzelnen Perioden zuständigen Nahrungsmischungen ergeben sich aus der Futtertabelle. Die tägliche Nahrungsration wurde bei beiden Versuchen von den Tieren immer

quantitativ verzehrt. Die Zubereitung der Nahrung erfolgt derart, daß alle Nahrungsbestandteile bis auf die Vitaminträger, Lebertran und frischer Apfelsinensaft, zu einem Brei gekocht wurden und daß nach Abkühlen des Breies die Vitaminträger untergemischt wurden. Die täglich zu verfütternde Hirseration wurde vor dem Kochen 24 Stunden in kaltes Wasser zum Quellen gegeben.

Tägliche Futtermenge für 2×10 Ratten.

Es enthalten:

1 g Casein = 0,1234 g N

1 g Hirse = 0,0175 g N

1 g Stärke = 0,0008 g N

1. Periode.		2. Periode.	
Casein	= 10,0 g	Hirse	= 71,0 g
Lebertran	= 20,0 ccm	Lebertran	= 20,0 ccm
Zucker	= 40,0 g	Stärke	= 30,0 g
Stärke	= 50,0 g	Salzgemisch	= 2,0 g
Salzgemisch	= 2,0 g	Apfelsinensaft	= 10,0 ccm
Apfelsinensaft	= 10,0 ccm	Wasser	= 600,0 ccm
Wasser	= 600,0 ccm	ca. 58,4 Kalorien pro Tier täglich.	
ca. 58 Kalorien pro Tier täglich.			

In der **3. Periode** des **I. Versuches** wurde das Futter der **2. Periode** verabfolgt.

Der prozentige N-Gehalt der Nahrung war in allen Versuchsperioden fast derselbe. Der prozentige Eiweiß-Fett- und Kohlehydratgehalt der Nahrung, wie ihr Kaloriengehalt waren in allen Perioden der beiden Versuchsreihen annähernd gleich.

Übersichts-Tabelle. Versuch I.

Periode Nr.	Körpergewicht i. g.	Harn-C mg.	Harn-Vacat. O. mg.	Harn-N. mg.	C/N.	V. O/N.	Nahrungs-N. i. G.	N-Bilanz i. g.	Kot-N. i. g.	Trockenkotmenge i. g.
I. Casein	195,0	817,8	1206,5	737,6	1,108	1,635	6,370	+ 0,04	0,66	12,8
II. Hirse	194,2	739,9	1175,2	630,9	1,172	1,862	6,319	+ 0,04	1,18	21,2
III. Hirse	191,8	648,0	952,6	539,6	1,200	1,765	6,319	+ 0,05	1,16	23,4
Versuch II.										
I. Casein	246,0	1122,2	1700,5	1047,1	1,071	1,624	6,370	+ 0,01	0,57	11,5
II. Hirse	247,0	920,4	1212,6	838,3	1,097	1,445	6,319	+ 0,03	0,79	15,5

Anmerkung: Die Zahlen der Tabellen für C, Vacat-O N und die N-Bilanz sind Durchschnittswerte für 10 Tiere an 1 Tag jeder Periode. Die Zahlen für das Körpergewicht sind Mittelwerte für 1 Tier an 1 Tag jeder Periode. Der Nahrungs- und Kot-N-Wert, sowie die Trockenkotmenge sind die absoluten Werte für 10 Tiere und die 5 Analysentage jeder Periode.

In der folgenden Tabelle ist die N-Bilanz für 10 Tiere einer ganzen Periode angegeben.

	Versuch I	Versuch II
Periode:	N-Bilanz i. g für 10 Tiere an 5 Tagen	
I. Casein	+ 2,03	+ 0,56
II. Hirse	+ 1,99	+ 1,33
III. Hirse	+ 2,46	

In den folgenden Analysentabellen werden aufgeführt:

1. Das Durchschnittsgewicht der Ratten, d. h. Gesamtgewicht dividiert durch die Anzahl der Tiere.

2. Die 24stündige Harnmenge.

3. Der Kohlenstoff- und Vacat-Sauerstoff- und Stickstoffgehalt dieser 24stündigen Harnmenge.

4. Die aus diesen Zahlen errechneten Periodenmittelwerte, wie die aus diesen Periodenmittelwerten errechneten Harnquotienten C : N und Vacat-O : N.

   Nach der Vorschrift Bickels sind die Harnquotienten bis zur dritten Decimale auszurechnen.

Analysen-Tabelle. Versuch I.

Versuchstag Nr.	Körpergewicht i. g.	Harnmenge i. ccm.	Harn-C mg.	Harn-Vacat. O. mg.	Harn-N. mg.	C/N.	O/N.	O/C.
1. Periode. Casein.								
1	195	298	712,2	801,6	616,8	1,154	1,299	1,041
2	195	409	965,2	1443,8	883,4	1,092	1,633	1,495
3	195	250	597,5	925,0	542,5	1,101	1,705	1,548
4	195	360	892,8	1418,4	842,4	1,059	1,683	1,588
5	195	370	921,3	1443,8	802,9	1,147	1,798	1,567
Per.-Durchschnittswert:			**817,8**	**1206,5**	**737,6**	**1,108**	**1,635**	**1,475**
2. Periode. Hirse.								
6	195	239	714,6	1006,2	604,7	1,181	1,663	1,409
7	195	250	740,0	1070,0	625,0	1,184	1,712	1,445
8	194	196	627,2	1099,5	554,7	1,130	1,982	1,753
9	194	270	904,5	1441,8	799,2	1,131	1,804	1,594
10	193	290	713,4	1258,6	571,3	1,248	2,203	1,764
Per.-Durchschnittswert:			**739,9**	**1175,2**	**630,9**	**1,172**	**1,862**	**1,588**
3. Periode. Hirse.								
11	193	273	690,7	1007,4	573,3	1,204	1,757	1,458
12	193	280	697,2	977,2	568,4	1,226	1,719	1,401
13	192	220	638,0	915,2	521,4	1,223	1,755	1,434
14	191	215	610,6	933,1	518,1	1,178	1,801	1,528
15	190	211	603,5	930,5	516,9	1,168	1,800	1,541
Per.-Durchschnittswert:			**648,0**	**952,6**	**539,6**	**1,200**	**1,765**	**1,470**

Analysen-Tabelle. Versuch II.

Versuchstag Nr.	Körpergewicht i. g.	Harnmenge i. ccm.	Harn-C mg.	Harn-Vacat. O. mg.	Harn-N. mg.	C/N.	O/N.	O/C.
				1. Periode. Casein.				
1	246	427	1315,1	2083,8	1231,5	1,067	1,697	1,584
2	246	470	1222,0	2105,6	1099,8	1,111	1,923	1,723
3	246	405	1048,9	1328,4	1012,5	1,035	1,312	1,266
4	246	446	1057,0	1315,7	972,3	1,087	1,353	1,244
5	246	347	968,1	1669,0	919,6	1,052	1,814	1,724
Per.-Durchschn.-Wert:			**1122,2**	**1700,5**	**1047,1**	**1,071**	**1,624**	**1,516**
				2. Periode. Hirse.				
6	246	253	974,0	1388,9	895,6	1,087	1,528	1,425
7	246	388	919,6	1253,2	803,1	1,145	1,560	1,362
8	248	308	896,3	994,8	766,9	1,168	1,297	1,109
9	248	330	821,7	1056,0	818,4	1,003	1,290	1,236
10	247	260	990,6	1370,2	910,0	1,088	1,505	1,383
Per.-Durchschn.-Wert:			**920,4**	**1212,6**	**838,8**	**1,097**	**1,445**	**1,317**

Die vorliegende Dissertation fertigte ich in den „Seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie an der Universität Berlin" unter Leitung von Professor Dr. Adolf Bickel an. Ich danke Herrn Professor Bickel für die freundliche Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit, sowie für die Überlassung des Themas.

LITERATUR

1. Stoevesandt: „Zur Kenntnis der ernährungsphysiologischen Wirkung des 40%ig und 100%ig ausgemahlenen Weizenmehles." Dissertation, Med. Fakultät Berlin 1937.
2. Mc. Collum, N. Simmonds: Neue Ernährungslehre.
3. Steenbock: The Jats — soluble vitamine content of millets. 345 bis 354, 56, 1923.
4. Mc. Collum: Bd. 47 S. 185. 1921.
5. T. Osuka: Biochem. Zeitschr. **246.** 104. 1932.
6. H. R. Kanitz: Biochem. Zeitschr. **249.** 234. 1932 u. 257. 361. 1933.
7. Mc. Collum: The supplementary dietary rel. between leaf and seed as contrasted with combinations of seed with seed. Journ. of biol. Chem. 1917, 30. 13—32, (14).

   —: The Values of some seed proteins for maintenance. 1917. 32. 347 bis 368. (348).

   —: The cause of faclure of mixtures of seeds to promote growth in Jonny annimals. 1918. 33. 303—312. (310).

   —: Supplementary relationships between the proteins of certain seeds. 1919. 37. 155—178. (162).

   —: The Supplementary dietary relations between the proteins of the cereal grains and the potato. 1921. 47. 175—206. (185).
8. Auer: Weiteres über qualitativ unzureichende Ernährung. Biochem. Zeitschr. Bd. 93 S. 1. 1919. (Physiolog. Chemisch. Institut. Straßburg.)

Lebenslauf.

Als Sohn des San.-Rat Dr. Holdheim und seiner Ehefrau Josephine, Ida geb. Wallner wurde ich, Harald Holdheim, am 21. Juli 1910 zu Berlin geboren. Ostern 1916 wurde ich in die Vorschule des Kgl. Wilhelms-Gymnasiums aufgenommen. Ostern 1930 legte ich die Reifeprüfung auf der Kaiser-Friedrich-Schule ab, nachdem ich zuvor mehrere Monate auf der Handelsschule in Lausanne zwecks vollständiger Erlernung der französischen Sprache verbracht hatte. Mit dem Sommersemester 1930 begann ich auf der Universität Freiburg das Studium der Medizin. Am Ende des 5. Semesters bestand ich das Physicum in Rostock und im Februar 1936 das ärztliche Staatsexamen in Berlin. Darauf trat ich das praktische Jahr im St. Hildegard-Krankenhaus zu Berlin-Charlottenburg an, in dem ich 8 Monate auf der chirurgischen Abteilung und 4 Monate auf der Abteilung für innere Medizin verbrachte.